پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۱۰ شمارهٔ۲، نیمهٔ دوم ۱۳۹۸، صفحهٔ ۱۰۳-۹۰
نوع مقاله: پژوهشی

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 10, No. 2, 2019, p. 90-103 (Research Article)
DOI: 10.22067/ijpr.v10i2.67946

ارزیابی عملکرد و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط گیاه دارویی بالنگو (*Lallemantia royleana* Benth.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت تأثیر طول دوره رقابت علف‌های‌هرز

ابراهیم ایزدی دربندی[1]*، آرش مقصودی[2] و الناز مولایی[2]
۱- عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی و عضو پیوستهٔ پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشجویان کارشناسی‌ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های‌هرز، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(به‌ترتیب arashwenger@yahoo.com و e.molaie8993@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۵

چکیده

به منظور بررسی امکان کشت مخلوط بالنگو و نخود، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارها شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی نخود/ بالنگو (۰/۱۰۰ ، ۲۵/۱۰۰ ، ۵۰/۱۰۰ ، ۷۵/۱۰۰ ، ۱۰۰/۱۰۰ و ۱۰۰/۰) و دو تاریخ وجین علف‌های‌هرز (۵۰ و ۷۰روز پس از کاشت) بودند. نتایج نشان داد که تاریخ وجین تأثیر معنی‌داری بر عملکرد زیست‌توده و دانه بالنگو و نخود داشت، به‌طوری‌که وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از کاشت به ترتیب منجر به کاهش ۲۴ و ۵۵درصدی زیست‌توده و عملکرد دانه نخود و افزایش ۵/۷ و ۲۰/۴درصدی زیست‌توده و عملکرد دانه بالنگو شد. با افزایش نسبت کشت بالنگو در مخلوط با نخود کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه و زیست‌توده نخود و افزایش عملکرد بالنگو مشاهده شد. بالاترین مقدار شاخص نسبت برابری زمین (۱/۵۲) در نسبت کشت۲۵/۱۰۰ (نخود/ بالنگو) مشاهده شد. براساس نتایج این پژوهش، نسبت کشت۲۵/۱۰۰ (نخود/ بالنگو) می‌تواند در کشت مخلوط این دو گیاه مفید، اقتصادی و قابل‌توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: تاریخ وجین، سری افزایشی، گیاه مکمل، نسبت‌های کاشت

مقدمه

کشت مخلوط به دلایل مختلفی موردتوجه قرار می‌گیرد. سودمندی‌هایی از جمله افزایش کارآیی مصرف آب و خاک و کاهش خسارت آفات بیماری‌ها و علف‌های‌هرز از جمله مزیت‌های چنین نظام کشتی است که منجر به پایداری در تولید و استفاده کارآمد از زمین می‌شود (Javanshir *et al*., 2000; Nassiri *et al*., 2001; Pandita *et al*., 2000). با وجود این، این نظام کشت با محدودیت‌هایی از جمله برداشت اجزای مخلوط، به‌ویژه در کشت مکانیزه محصولات روبه‌رو است. اما در سیستم‌های کشت سنتی و به‌ویژه در کشت دیم این مسئله اهمیت کمتری دارد (Javanshir *et al*., 2000; Mazaheri, 1998). در کشت مخلوط گیاهان زراعی زمانی‌که از بقولات به عنوان یکی از اجزای کشت مخلوط استفاده شود، موفقیت بیشتری را به دنبال خواهد داشت. بقولات به‌دلیل ویژگی‌هایی از جمله تثبیت زیستی نیتروژن و سازگاری آن‌ها به الگوهای مختلف کشت به عنوان گزینه مناسبی در نظام‌های کشت مخلوط به شمار می‌روند (Giller, 2001; Maingi, 2001; Jeyabal & kupusswamy 2001).

نتایج حاصل از تحقیقات متعدد نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. برای مثال، در بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان (*Carum copticum* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)، شاخص برداشت و وزن خشک زنیان درکلیه تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص زنیان بیشتر بود (Mirhashemi *et al*., 2009). در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) مشاهده شد که عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی افزایش یافت (Odhiambo & Ariga, 2001). کشت مخلوط می‌تواند موجب بهبود کیفیت اسانس و مواد مؤثره در گیاهان دارویی نیز بشود. برای مثال، در بررسی کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) و نعناع (*Mentha piperita*)، عملکرد و کیفیت اسانس نعناع در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بیشتر شد (Maffei & Mucciarelli, 2003). در بررسی کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) و نخود، کشت مخلوط این

* نویسنده مسئول: e-izadi@um.ac.ir

دو گونه منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد نخود شد، اما به‌طور معنی‌داری منجر به کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز و افزایش نسبت برابری زمین و تولید کل نسبت به کشت خالص هر یک از گونه‌ها شد (Banik *et al.*, 2006). همچنین در ارزیابی کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum* L.) و خردل(*Brassica juncea* L.) گزارش شده است که کشت مخلوط باعث تولید کل بیشتری نسبت به کشت خالص شد (Kumar *et al.*, 2009). در گزارشی دیگر، در کشت مخلوط نخود با کلزا (*Brassica napus* L.) کشت مخلوط این دو گیاه اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا و نخود داشت (Mahfouz & Migwer, 2004).

در بین گیاهان زراعی موجود در ایران، نخود از مهم‌ترین محصولاتی است که به‌دلیل ویژگی‌های مطلوبی از جمله بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک، اختلال در چرخه زندگی آفات، بیماری‌ها و علف‌های‌هرز در صورت قرارگرفتن در تناوب زراعی و به خصوص توانایی تثبیت زیستی نیتروژن مورد توجه است و به‌همین دلیل، جایگاه ویژه‌ای را در نظام‌های کشت، افزایش ثبات تولید و به‌خصوص تناوب گیاهان زراعی دارا می‌باشد (Parsa & Bagheri, 2008). گزارش‌های مختلفی در ارتباط با سودمندی کشت مخلوط نخود با سایر گیاهان وجود دارد. با این وجود، مطالعات انجام‌شده در ارتباط با امکان‌سنجی کشت مخلوط گیاهان دارویی با نخود محدود است. از آنجا که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی آن‌ها نظیر کشت مخلوط به منظور ارتقاء عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی است، لذا امکان‌سنجی کشت مخلوط آن‌ها با سایر گیاهان زراعی به عنوان یکی از اولویت‌های تحقیقاتی مرتبط است.

در بین گیاهان دارویی کشور، بالنگو (*Lallemantia royleana* Benth.) از مهم‌ترین گیاهان دارویی است که به‌صورت دیم و در تناوب با گندم دیم در سطح وسیعی در استان خراسان رضوی کشت می‌شود. موسیلاژ دانه‌های این گیاه در درمان نارسایی‌هایی همچون ناراحتی‌های عصبی، کبدی و کلیوی به کار می‌رود و از دانه‌های آن جهت رفع خونریزی لثه‌ها، بیماری‌های روانی، گوارشی و تقویت کبد استفاده می‌شود (Zargari, 1990). این گیاه از نظر اکولوژیکی گیاهی کم‌توقع و از نظر اقتصادی نسبت به گندم و نخود ارزش اقتصادی بیشتری داشته و در سال‌های اخیر رغبت کشاورزان برای کشت این گیاه افزایش یافته است، به‌طوری‌که خراسان رضوی به عنوان قطب تولید این گیاه به شمار می‌رود (Rahe Dana, 2016). با این وجود، محدودیت‌هایی از جمله رقابت علف‌های‌هرز و خسارت آن‌ها در بالنگو و از طرفی مدیریت تغذیه و کوددهی آن در شرایط دیم از مهم‌ترین موانع توسعه کشت و بهبود عملکرد این گیاه دارویی ارزشمند می‌باشد. با توجه به این‌که از نظر تاریخ کاشت، بالنگو و نخود تطابق قابل قبولی با هم دارند، امکان کشت مخلوط آن‌ها به منظور رفع یا کاهش موانع مذکور و یا افزایش درآمد و ثبات تولید کشاورزان وجود دارد. در این ارتباط، به نظر می‌رسد نخود از طریق تثبیت زیستی نیتروژن بتواند نقش مهمی در تغذیه بالنگو داشته باشد. از طرفی دیگر، ویژگی دگرآسیب بالنگو که در اغلب گیاهان زراعی نیز وجود دارد، به همراه مهندسی کاشت و پوشش کانوپی بر سطح زمین، نقش مهمی در بهینه‌سازی مصرف منابع و نیز کنترل علف‌های‌هرز خواهد داشت (Parsa & Bagheri, 2008). این بررسی با اهداف ارزیابی امکان کشت مخلوط بالنگو و نخود دیم در مشهد، تأثیر زمان وجین در کشت مخلوط نخود و بالنگو و بررسی نسبت برابری زمین در کشت مخلوط بالنگو و نخود انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ با سه تکرار انجام شد که تیمارهای آن شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نخود/ بالنگو (۰/۱۰۰ ، ۲۵/۱۰۰ ، ۵۰/۱۰۰ ، ۷۵/۱۰۰ ، ۱۰۰/۱۰۰ و ۱۰۰/۰) و دو زمان وجین علف‌های‌هرز (۵۰ و ۷۰روز پس از کاشت) بودند. برای این منظور پس از آماده‌سازی زمین (گاوآهن برگردان‌دار در پاییز و دیسک و لولر در اسفند ماه) کشت نخود (رقم هاشم) و بالنگو (تودۀ بومی کلات نادری) در تاریخ ۲۱اسفندماه به‌صورت دستی در رو و طرفین پشته‌هایی به فواصل ۵۰سانتی‌متر انجام گرفت. بافت خاک مزرعه مورد مطالعه سیلتی‌لوم بود. همچنین به برخی خصوصیات دیگر خاک اشاره شده است (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه

Table 1. Physico- chemical soil properties of studied farm

بافت خاک Soil texture	درصد مواد آلی Organic matter (%)	درصد نیتروژن N%	فسفر قابل دسترس P available (PPM)	پتاسیم قابل دسترس K available (PPM)	اسیدیته PH
سیلتی لوم	1.1	0.068	25	291	8.3

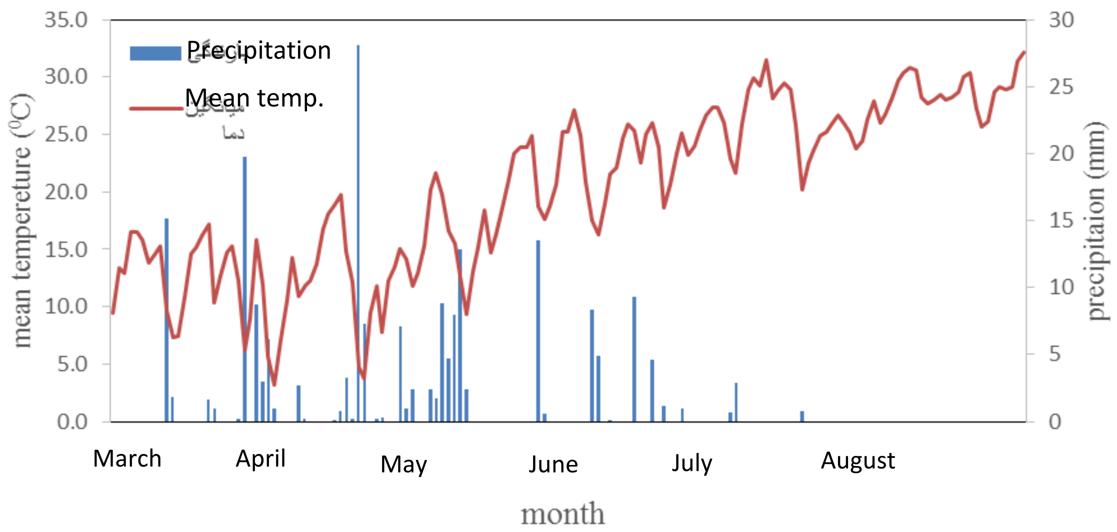
کشت بذور نخود با تراکم مطلوب ۴۰بوته در مترمربع (Sarparast & Sheikh, 2010) در دو خط و در طرفین پشته‌ها انجام شد و بذور بالنگو بین ردیف‌های نخود در یک خط و در وسط پشته با تراکم‌های بیشتر از تراکم مطلوب آن، یعنی ۴۰بوته در متر مربع (Roohi Nogh *et al.*, 2017) در عمق سطحی به‌صورت دستی کشت شدند و پس از سبزشدن و استقرار، آن‌ها تنک گردیده و تراکم موردنظر در هر یک از تیمارهای کشت مخلوط تنظیم شد (شکل ۱).



شکل ۱- الگوی کشت مخلوط نخود و بالنگو

Fig. 1. Planting pattern of chickpea and balangu

در طول فصل رشد از هیچ‌گونه کود شیمیایی استفاده نشد و برای مبارزه با آفت هلیوتیس (*Heliothis* spp.) از ایندوکساکارب (آوانت) در مرحله پُرشدن غلاف‌های نخود به مقدار نیم لیتر در هکتار استفاده شد. کشت به‌صورت آبی بود، اما با توجه به بارندگی‌های واقع‌شده، از آبیاری در طول فصل رشد اجتناب شد (شکل ۲)، اما در اواخر فصل رشد و در مرحله پرشدن غلاف‌های نخود و رسیدگی دانه‌های بالنگو یک‌بار آبیاری تکمیلی به‌صورت نشتی انجام شد.



شکل ۲- منحنی امبروترمیک شهرستان مشهد طی فصل رشد

Fig. 2. Ombrothermic curve of Mashhad city in growing season

به منظور بررسی تأثیر هر یک از تیمارها، بر زیست‌توده خشک و عملکرد دانه نخود و بالنگو در پایان فصل و در تاریخ ۹تیرماه در زمان برداشت هر یک از اجزای کشت مخلوط با درنظرگرفتن نیم‌متر اثر حاشیه از کرت‌ها، اقدام به برداشت کل اندام گیاه (هوایی و زیرزمینی) از سطحی به مساحت یک مترمربع شد و پس از خشک‌شدن در هوای آزاد به مدت ۷۲ساعت و پس از تعیین زیست‌توده و عملکرد دانه نخود و بالنگو به منظور تعیین نسبت برابری زمین از معادله زیر استفاده شد:

$$LER=(RYa+RYb)=\left\{\left(\frac{Yab}{Yaa}\right)+\left(\frac{Yba}{Ybb}\right)\right\}$$

در این معادله LER نسبت برابری زمین، Yab عملکرد دانه گونه a در کشت مخلوط هر یک از تیمارهای آزمایش، Yba عملکرد دانه گونه b در کشت مخلوط هر یک از تیمارهای آزمایش و Yaa و Ybb به‌ترتیب عملکرد دانه گونه‌های a و b در کشت خالص هر یک از اجزای کشت مخلوط می‌باشند. آنالیز واریانس و مقایسات میانگین داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری Minitab 17 و رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار Excel 2013 انجام شد.

نتایج و بحث

جمعیت علف‌های‌هرز در مزرعه

با توجه به نتایج حاصل از آزمایش، در مزرعه مورد مطالعه ۱۵گونه علف‌هرز مشاهده و شناسایی شد که از این تعداد چهار گونه باریک‌برگ و ۱۱ گونه پهن‌برگ، ۱۲ گونه یک‌ساله و سه گونه چندساله بودند و در بین علف‌های‌هرز موجود، بیشترین تراکم و فراوانی علف‌های‌هرز به ترتیب مربوط به تاج‌ریزی سیاه، علف هفت‌بند، سوروف، سلمه‌تره و تاج‌خروس بود (جدول ۲).

جدول ۲- علف‌های‌هرز و خصوصیات آن‌ها در سطح مزرعه مورد مطالعه

Table 2.Weeds and their characteristics in the studied farm

نام فارسی Persian name	نام علمی Scientific name	تیره Family	تراکم (تعداد بوته در متر مربع) Weed density (plants m^{-2})	فراوانی نسبی (درصد) Relative frequency (%)	شکل برگ Leaf form	مسیر فتوسنتزی Photosynthetic pathway	چرخه زندگی Life cycle
تاج‌ریزی سیاه	*Solanum nigrum* L.	*Solanaceae*	74.5	43.01	Broadleaf	C_3	Annual
هفت‌بند	*Polygonum aviculare* L.	*Polygonaceae*	15.5	8.94	Broadleaf	C_3	Annual
سوروف	*Echinochloa crus--galli* L. Beauv.	*Poaceae*	24.6	14.2	Grass	C_4	Annual
سلمه‌تره	*Chenopodium album* L.	*Chenopodiaceae*	11.5	6.63	Broadleaf	C_3	Annual
تاج‌خروس ریشه قرمز	*Amaranthus retroflexus* L.	*Amaranthaceae*	12.8	7.39	Broadleaf	C_4	Annual
پیچک	*Convolvulus arvensis* L.	*Convulvulaceae*	3.1	1.78	Broadleaf	C_3	Perennial
شاه‌تره	*Fumaria officinalis* L-.	*Fumariaceae*	10.2	5.88	Broadleaf	C_3	Annual
قیاق	*Sorghum halepense* L. Pers.	*Poaceae*	6.2	3.57	Broadleaf	C_4	Perennial
شیرتیغی	*Sonchus arvensis* L. Hill.	*Asteraceae*	2.6	1.5	Broadleaf	C_3	Perennial
جوموشی	*Hordeum murinum* L.	*Poaceae*	5.3	3.06	Grass	C_3	Annual
توق	*Xanthium strumarium* L.	*Asteraceae*	4.6	2.65	Broadleaf	C_3	Annual
خارلته	*Cirsium arvense* L. Scope.	*Asteraceae*	1.7	0.98	Broadleaf	C_4	Perennial
خاکشیر	*Descurainia sophia* L. Webb.	*Brassicaceae*	0.4	0.23	Broadleaf	C_3	Annual
خرفه	.*Portulaca oleracea* L	*Portulaceae*	0.3	0.18	Broadleaf	C_4	Annual

Broadleaf: پهن‌برگ؛ Grass: باریک‌برگ؛ Annual: یک‌ساله؛ Perennial: چندساله

نکته قابل ذکر در رابطه با پراکنش علف‌های‌هرز در این آزمایش این است که احتمالاً به دلیل نوع آرایش کاشت دو گونه زراعی و اعمال شرایط دیم در این آزمایش، علف‌های‌هرز غالباً در داخل جوی‌ها و در تداخل با بوته‌های نخود ظاهر شده بودند. به نظر می‌رسد میزان آب حاصل از بارندگی‌ها و تجمع آن در داخل جوی‌ها، شرایط مناسبی را برای جوانه‌زنی و رشد بهتر علف‌های‌هرز در این محل‌ها فراهم آورده باشد (شکل ۱). با این حال، این امکان وجود دارد که اثرات دگرآسیبی بالنگو بر گونه‌های مجاورش یکی از دلایل پایین‌بودن تراکم علف‌های‌هرز در روی پشته‌ها باشد. در گزارشی در رابطه با بررسی اثرات دگرآسیبی ۲۳۹گیاه دارویی از جمله گیاهان دارویی خانواده نعناییان بر رشد کاهو (*Lactuca sativa* L.) مشاهده شد که اغلب آن‌ها دارای اثرات بازدارندگی بر رشد کاهو بودند (Fujii *et al.*,2003). با توجه به نتایج حاصل از این بررسی و نظر به این‌که در رابطه با بالنگو اطلاعاتی موجود نیست، نیاز به بررسی‌های دقیق‌تر در مطالعات آتی است.

زیست‌توده و عملکرد دانه نخود

نتایج حاصل نشان داد که اثر زمان وجین علف‌های‌هرز و نسبت کشت بر عملکرد دانه و زیست‌توده نخود در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل زمان وجین و نسبت کشت نخود در سطح احتمال یک‌درصد بر عملکرد دانه و در سطح احتمال پنج‌درصد بر زیست‌توده نخود معنی‌دار شد (جدول ۳). بر اساس نتایج آزمایش، کمترین زیست‌توده (۱۵۴گرم بر متر مربع) و عملکرد دانه (۲۸گرم بر متر مربع) نخود در تیمار وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از

کاشت مشاهده شد و وجین علف‌های‌هرز ۵۰روز پس از کاشت، باعث افزایش ۲۴ و ۵۵درصدی زیست‌توده و عملکرد دانه نخود نسبت به تیمار وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از کاشت شد (شکل ۳).

به نظر می‌رسد تأخیر در وجین علف‌های‌هرز باعث افزایش طول دوره رقابت شده باشد و کاهش عملکرد نخود را در پی داشته است. در همین رابطه تأثیر افزایش طول دوره رقابت علف‌های‌هرز بر کاهش عملکرد در مطالعات زیادی مشاهده شده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده در نخود و بالنگو

Table 3. Analysis of variance (mean squares) of traits on chickpea and balangu

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	نخود (Chickpea) زیست‌توده Biomass	نخود (Chickpea) عملکرد دانه Seed yield	بالنگو (Balangu) زیست‌توده Biomass	بالنگو (Balangu) عملکرد دانه Seed yield	LER (RYT) Dry matter (DM)	LER (RYT) Seed yield (SY)
زمان وجین Weeding time (WT)	2	19497.5**	10192.5**	94.6*	10.25*	0.0004 ns	0.2598 ns
نسبت کشت Plant ratio (PR)	5	77596.7**	10829.9**	14314.8**	77.86**	0.0391**	0.1043 ns
زمان وجین× نسبت کشت PR ×WT	5	2623.5*	2630.7**	90.8**	6.65**	0.0131 ns	0.1634 ns
Error خطا	22	953.8	95.7	14.1	1.49	0.0078	0.0681
درصد ضریب تغییرات (CV%)	-	17.35	21.63	6.43	21.12	9.46	25.73

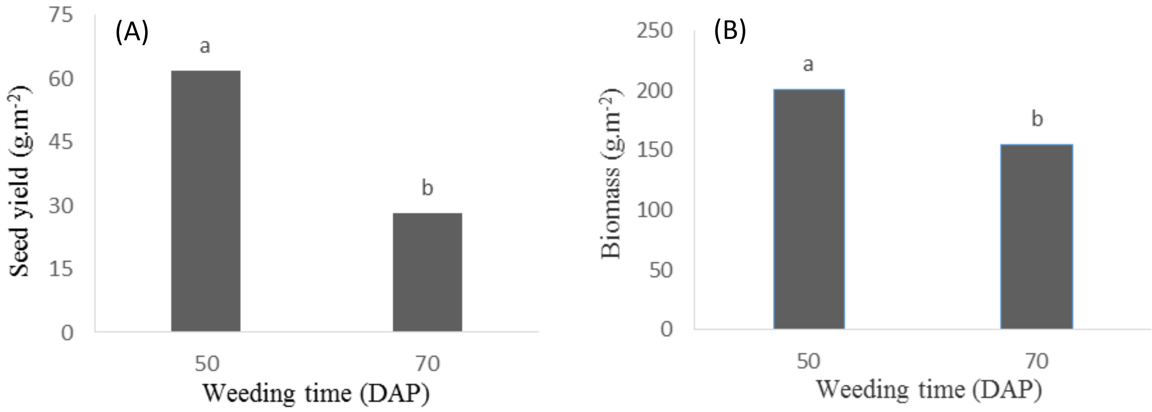
* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد؛ ns، غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% respectively; ns: Non-significant

Zarghani *et al*, (2013) نشان دادند که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های‌هرز در اول فصل و یا در آخر فصل عملکرد و اجزای عملکرد کنجد (*Sesame indicum* L.) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و کاهش طول دوره رقابت با افزایش طول دوره وجین علف‌های‌هرز، عملکرد کنجد را افزایش داد. در آزمایشی در تبریز و کرمانشاه با افزایش طول دوره تداخل علف‌های‌هرز با نخود و عدس (*Lens culinaris* Medikus)، مشاهده شد که تأخیر در تاریخ وجین علف‌های‌هرز، عملکرد دانه و زیست‌توده نخود و عدس را کاهش داد (Mohammadi *et al.*, 2005).در مطالعه‌ای دیگر در بررسی تأثیر طول دوره تداخل علف‌های‌هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود مشاهده شد که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های‌هرز، تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز افزایش و عملکرد و اجزای عملکرد نخود به‌صورت خطی و به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (Heshmatnia & Armin, 2015). همچنین در بررسی تأثیر وجین و عدم وجین علف‌های‌هرز در کشت مخلوط ماش (*Vigna radiata* L.) و کنجد مشاهده شد که وجین علف‌های‌هرز باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و دانه هر دو گونه زراعی نسبت به کنترل نشدن علف‌های‌هرز در تمامی تیمارهای کشت مخلوط شد (Koocheki *et al.*, 2016).

Banik *et al*, (2006) در کشت مخلوط نخود و گندم گزارش کردند که در صورت کنترل‌نشدن علف‌های‌هرز عملکرد دانه در هر دو گونه دچار کاهش شدیدی می‌گردد. در سایر مطالعات نیز به نقش افزایش طول دوره وجین و کاهش تداخل علف‌های‌هرز در نخود بر افزایش عملکرد اشاره شده است (Frenda *et al.*, 2013; Al-Thahabi *et al.*, 1994).

به نظر می‌رسد علت تأثیرگذاری طول دوره رقابت علف‌های‌هرز بر نخود، مجاورت و رقابت بیشتر علف‌های‌هرز با این گونه بوده است و از آنجایی که بر اساس مشاهدات انجام شده در مزرعه بیشترین تراکم علف‌های‌هرز در داخل جوی‌ها و در مجاورت بوته‌های نخود بود، این نتیجه دور از انتظار نیست. از طرفی با افزایش نسبت کاشت بالنگو در کشت مخلوط با نخود کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه و زیست‌توده نخود مشاهده شد و افزودن بالنگو به کشت مخلوط باعث رقابت شدید بین این دو گونه گردید، به‌طوری‌که با اضافه‌شدن ۲۵درصد تراکم بالنگو (۱۰بوته در متر مربع)، عملکرد دانه و زیست‌توده نخود به‌صورت محسوسی کاهش پیدا کرد و با اضافه شدن تراکم‌های بیشتر بالنگو به کشت مخلوط ادامه پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین زیست‌توده (۳۴۸/۳گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۱۱۸/۳گرم در متر مربع) نخود مربوط به کشت خالص نخود با تراکم ۴۰بوته در مترمربع مشاهده شد و کمترین زیست‌توده (۱۴۷/۳گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۱۷/۹گرم در متر مربع) آن مربوط به نسبت کشت ۱۰۰/۱۰۰ (نخود/ بالنگو) به‌دست آمد (شکل ۴).



شکل۳- تأثیر زمان وجین (روزهای پس از کاشت) علف‌های‌هرز بر زیست‌توده (A) و عملکرد دانه (B) نخود در کشت مخلوط با بالنگو

Fig. 3. Effect of weeding time on chickpea biomass (A) and seed yield (B) in mixcropping of chickpea with balangu

DAP: روز پس از کاشت؛ در هر ستون حروف مشابه، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد است.

DAP: Day after planting; Means of each column that do not share a letter are significantly different at 5% level of probability.

از آنجا که بالنگو دارای ریشه‌ای راست و عمیق است و با توجه به آرایش کاشت دو گیاه، به نظر می‌رسد که تداخل ریشه‌ای بین دو گونه به‌وجود آمده است و در تراکم‌های بالای دو گیاه، افزایش رقابت بین‌گونه‌ای نخود و بالنگو در افزایش تلفات عملکرد نخود تأثیر معنی‌داری داشته است. Puramir *et al,* (2010) نشان دادند که در بین نسبت‌های کشت، تک کشتی نخود با ۴۴/۰۷درصد بیشترین و نسبت ۳۰درصد نخود+ ۱۰۰درصد کنجد با ۴۰/۱درصد کمترین عملکرد و شاخص برداشت نخود را داشتند. همچنین در کشت مخلوط نخود و گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در هندوستان بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد نخود مربوط به تیمار کشت خالص این گیاه بود (Malvi *et al,* 1988). در آزمایشی در کشت مخلوط ذرت و ماش مشاهده شد که کشت خالص ماش عملکرد بالاتری نسبت به کشت مخلوط این دو گونه داشته است (Pandita, 2000).

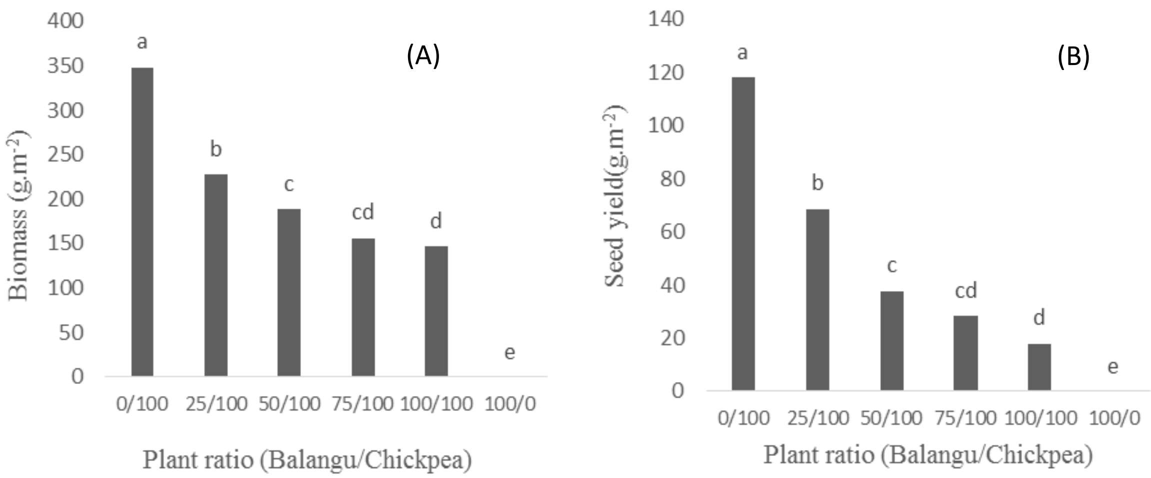
در بررسی اثرات متقابل وجین و نسبت کشت، بیشترین زیست‌توده (۳۹۰گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۱۷۳/۹گرم در متر مربع) نخود مربوط به تیمار کشت خالص و وجین علف‌های‌هرز ۵۰روز پس از کاشت بود و تأخیر در وجین علف‌های‌هرز تا ۷۰روز، منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و زیست‌توده نخود در همه نسبت‌های کشت شد. با وجود این، در نسبت کشت ۲۵/۱۰۰ (نخود/ بالنگو) زمان وجین علف‌های‌هرز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نخود نداشت و بین نسبت‌های کشت ۵۰/۱۰۰، ۷۵/۱۰۰ و ۱۰۰/۱۰۰ (نخود/ بالنگو) در وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از کاشت اختلاف معنی‌داری در زیست‌توده و عملکرد دانه نخود مشاهده نشد.

همچنین در تیمار وجین علف‌های‌هرز ۵۰روز پس از کاشت بین نسبت‌های کشت ۲۵/۱۰۰ و ۵۰/۱۰۰ (نخود/ بالنگو) در عملکرد دانه نخود اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. از سوی دیگر وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از کاشت هم بین نسبت‌های کشت ۲۵/۱۰۰ و کشت خالص نخود اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه نخود ایجاد نکرد (جدول۴). در آزمایشی مربوط به کشت مخلوط نخود و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) بیشترین عملکرد دانه نخود مربوط به تیمار یک‌بار کنترل علف‌های‌هرز و تراکم۶۰بوته در مترمربع به‌دست آمد و همچنین با کاهش تراکم نخود عملکرد دانه نخود هم در تیمار یک‌بار کنترل و بدون کنترل علف‌های‌هرز کاهش معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که کمترین عملکرد دانه نخود در تیمار بدون کنترل علف‌های‌هرز و تراکم ۱۵بوته در مترمربع نخود به‌دست آمد (Alikamar *et al.,* 2006) که در تطابق با نتایج این مطالعه است.

زیست‌توده و عملکرد دانه بالنگو

نتایج نشان دادند که اثر زمان وجین بر زیست‌توده و عملکرد دانه بالنگو در سطح احتمال پنج‌درصد و اثر متقابل تاریخ وجین و نسبت کشت بر عملکرد دانه و زیست‌توده بالنگو درسطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار شد (جدول ۳).

بر اساس نتایج آزمایش و بر خلاف انتظار، کمترین زیست‌توده (۵۶/۶۹گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۵/۲۴گرم در مترمربع) بالنگو در تیمار وجین علف‌های هرز ۵۰روز پس از کاشت بالنگو مشاهده شد و وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از کاشت به ترتیب منجر به افزایش ۵/۷ و ۲۰/۴درصدی زیست‌توده و عملکرد دانه بالنگو نسبت به تیمار وجین علف‌های‌هرز ۵۰روز پس از کاشت شد (شکل ۵).



شکل ۴- تأثیر نسبت کاشت بالنگو و نخود بر عملکرد زیست‌توده (A) و دانه (B) نخود

Fig. 4. Effect of balangu and chickpea planting ratio on biomass (A) and seed yield (B) of chickpea

در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد است.

Means of each column that do not share a letter are significantly different at 5% level of probability.

جدول ۴- اثرات متقابل وجین و نسبت کشت بالنگو و نخود بر زیست‌توده و عملکرد دانه نخود و بالنگو

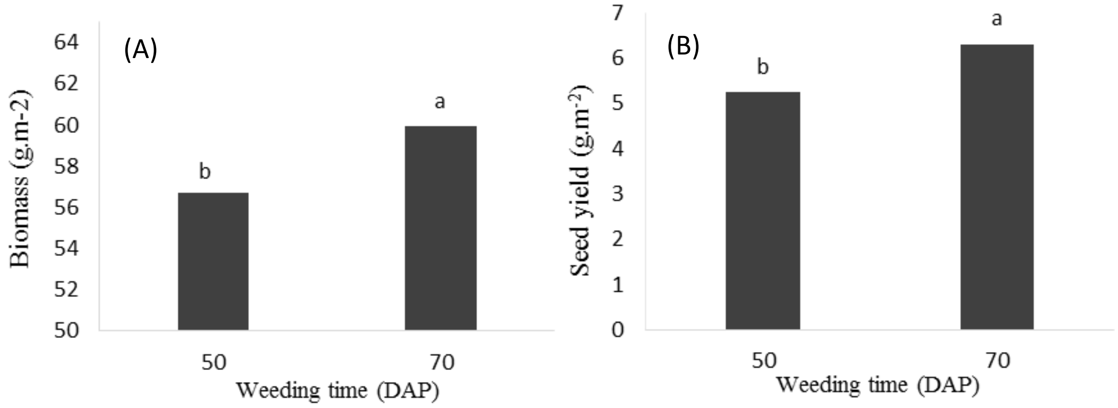
Table 4. Mean comparison the effect of weeding time and plant ratio interaction on dry matter and seed yield of chickpea and balangu

تیمار (Treatment)		صفت (Trait)			
		بالنگو Balangu		نخود Chickpea	
تاریخ وجین (روز پس از کاشت) Weeding time (day after planting)	نسبت کشت (بالنگو/ نخود) Plant ratio (Chickpea/Balangu)	عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع) Biomass (g.m^{-2})	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g.m^{-2})	عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع) Biomass (g.m^{-2})	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g.m^{-2})
50	0:100	144.727 a	10.846 a	0 e	0 e
	100:100	71.010 d	5.014 c	146.33 d	22.78 d
	100:75	56.467 e	8.775 b	174.43 cd	40.86 c
	100:50	48.127 f	4.175 cd	221.83 c	62.52 b
	100:25	19.823 g	2.686 d	275 b	72.13 b
	100:0	0 h	0 h	390 a	173.92 a
70	0:100	135.833 b	9.197 ab	0 e	0 e
	100:100	82.933 c	7.261 b	148.33 d	13.18 de
	100:75	67.920 d	8.543 b	138.33 d	16.08 de
	100:50	49.880 f	8.409 b	155 d	12.93 de
	100:25	23.043 g	4.492 cd	180 cd	65.33 b
	100:0	0 h	0 h	306.66 b	62.78 b

در هر ستون، حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد است.

Means of each column that do not share a letter are significantly different at 5% level of probability.

با توجه به این‌که بر اساس مشاهدات انجام‌شده علف‌های‌هرز موجود در مزرعه در فاصله بین ردیف‌های کشت مخلوط نخود و بالنگو حضور داشتند و نیز با توجه به این‌که بالنگو در روی ردیف‌ها کشت شده بود، به نظر می‌رسد این امکان وجود داشته باشد که رقابت علف‌های‌هرز با بوته‌های نخود که در مجاورت علف‌های‌هرز بودند و کاهش اثرات تداخل آن‌ها با بالنگو در این مهم دخیل بوده باشد، با این حال، پیشنهاد بر تکرار مطالعه و بررسی بیشتر و دقیق‌تر این آزمایش در شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای در مطالعات آتی می‌باشد. Puramir *et al*, (2010) گزارش کردند که در کشت مخلوط نخود و زیره‌سبز یک‌بار کنترل علف‌های‌هرز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد اجزای مخلوط دارد. بر اساس نتایج مذکور نامبردگان برای کاهش اثرات زیان‌بار علف‌های‌هرز بر نخود و زیره‌سبز و افزایش بهره‌وری، کشت مخلوط آن‌دو را پیشنهاد کردند.



شکل ۵- تأثیر زمان وجین (روزهای پس از کاشت) علف‌های‌هرز بر زیست‌توده (A) و عملکرد دانه (B) بالنگو در کشت مخلوط با نخود

Fig. 5. Effect of weeding time (day after planting) on biomass (A) and seed yield (B) of balangu in mixcropping with chickpea

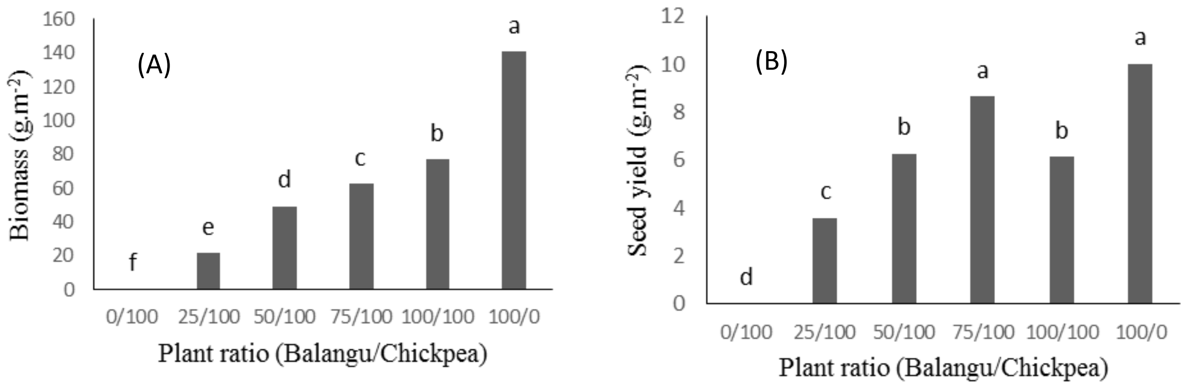
DAP: روز پس از کاشت؛ در هر ستون حروف مشابه، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد است.

DAP: Day after planting; Means of each column that do not share a letter are significantly different at 5% level of probability.

در همین رابطه در آزمایشی دیگر در کشت مخلوط زیره سبز و نخود، بیشترین عملکرد زیره‌سبز در تیمار یک‌بار کنترل علف‌های‌هرز و کمترین عملکرد در تیمار بدون کنترل علف‌های‌هرز به‌دست آمد (Alikamar *et al*., 2006). از سوی دیگر با افزایش نسبت کشت بالنگو در کشت مخلوط، زیست‌توده و عملکرد دانه بالنگو افزایش معنی‌داری داشت. بیشترین زیست‌توده (۱۴۰/۲۸گرم در متر مربع) و عملکرد دانه بالنگو (۱۰/۰۲گرم در متر مربع) در کشت خالص و تراکم ۴۰بوته در مترمربع بالنگو مشاهده شد و کمترین زیست‌توده (۲۱/۴۳گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۳/۵۸گرم در متر مربع) بالنگو در زمانی مشاهده شد که تراکم آن در کشت مخلوط با نخود، ۱۰بوته در مترمربع در نسبت کشت ۲۵/۱۰۰ (نخود/ بالنگو) بود (شکل ۶). از آنجا که تراکم گیاهان در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط بیشتر است و رقیبی بر سر منابع غیر از گیاه زراعی وجود ندارد، تراکم اجزای کشت مخلوط به عنوان اولین و مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر رشد و عملکرد آن‌ها است (Ghosh, 2004). لذا تغییر در نسبت کشت می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر عملکرد آن‌ها داشته باشد که در تطابق با نتایج این آزمایش است و در سایر مطالعات نیز به آن اشاره شده است (Banik *et al*., 2006; Rodrigo *et al*., 1997; Sobkowicz, 2006). در همین رابطه و در مطالعه‌ای در کشت مخلوط لوبیا و ریحان بذری (*Ocimum basilicum* L.) بیشترین عملکرد دانه در مقایسه با سایر تیمارهای مخلوط در کشت خالص لوبیا مشاهده شد (Alizadeh *et al*., 2008).

در بررسی اثرات متقابل وجین علف‌های‌هرز و نسبت کشت مخلوط بالنگو نیز نتایج مشابهی مشاهده شد. بر اساس نتایج حاصل در هر دو زمان وجین علف‌های‌هرز، بالاترین عملکرد زیست‌توده و دانه بالنگو در کشت خالص آن حاصل شد و کاهش نسبت کشت بالنگو، منجر به کاهش معنی‌دار زیست‌توده و عملکرد دانه بالنگو شد. با این وجود زمان وجین علف‌های‌هرز در نسبت‌های کشت ۲۵/۱۰۰ و ۵۰/۱۰۰ تأثیری بر عملکرد زیست‌توده بالنگو نداشت، اما در عملکرد دانه بالنگو اثر معنی‌داری داشت. عملکرد دانه بالنگو در کشت خالص آن از نظر آماری و در سطح احتمال ۵درصد، تحت تأثیر زمان وجین علف‌های‌هرز قرار نگرفت که ممکن است مربوط به اثرات دگرآسیبی این گیاه بر علف‌های هرز مجاورش باشد که در مطالعات آتی نیاز به بررسی‌های بیشتری است. اما در کشت خالص آن با تأخیر در تاریخ وجین علف‌های‌هرز، عملکرد دانه و زیست‌توده بالنگو کاهش پیدا کرد. با توجه به نتایج حاصل، با کاهش نسبت بالنگو در کشت مخلوط، اثرات کاهش عملکرد ناشی از وجین علف‌های‌هرز در۵۰روز پس از کاشت بیش از ۷۰روز بود، هرچند این مهم در نسبت کشت۷۵/۱۰۰ تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه نداشت و در تیمار وجین ۷۰روز پس از کاشت، اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه بالنگو در نسبت‌های کشت ۵۰/۱۰۰ یا ۷۵/۱۰۰ و ۱۰۰/۱۰۰ مشاهده نشد (جدول ۴).

در اغلب آزمایشات معمولاً اثر زمان وجین علف‌های‌هرز در کشت خالص بررسی شده است و اطلاعات در این خصوص در کشت مخلوط محدود است. بر اساس مطالعات انجام‌شده در کشت خالص، افزایش طول دوره تداخل علف‌های‌هرز منجر به افزایش اثرات منفی علف‌های‌هرز بر عملکرد گیاه زراعی می‌شود.



شکل۶- تأثیر نسبت کشت بالنگو و نخود بر عملکرد زیست‌توده (A) و دانه (B) بالنگو

Fig. 6. Effect of balangu and chickpea plant ratio on balangu biomass (A) and seed yield (B)

در هر ستون حروف مشابه، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد است.

Means of each column that do not share a letter are significantly different at 5% level of probability.

در آزمایشی تأثیر زمان وجین علف‌های‌هرز بر روی عملکرد سویا بررسی شد که نتایج نشان داد که با افزایش طول دوره رقابت و تأخیر در زمان وجین علف‌های‌هرز اجزای عملکرد سویا به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Ehteshami *et al.*, 2006). با این حال بسته به اجزای کشت مخلوط، اضافه‌شدن گونه زراعی دیگری در شرایط وجین یا حضور علف‌های‌هرز اثرات متفاوتی بر عملکرد گونه‌ها خواهد داشت. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد این امکان نیز وجود داشته باشد که حضور نخود در طرفین ردیف‌های کشت و رقابت با علف‌های‌هرز، کاهش اثرات تداخلی علف‌های‌هرز با بالنگو که در روی ردیف کشت شده است را داشته باشد. در سیستم‌های مخلوط به‌دلیل وجود چند گیاه و چندلایه‌ای‌بودن سیستم، مشکل علف‌های‌هرز نسبت به سیستم تک‌کشتی کمتر است (Ghanbari *et al.*, 2010). به‌صورت کلی در این سیستم به‌حداکثررساندن پوشش خاک و تنوع گیاهی دو اصل مهم می‌باشند که باعث کنترل بهتر و موثرتر علف‌های‌هرز نسبت به تک‌کشتی می‌شوند.

نسبت برابری زمین (LER)

بیشترین میزان شاخص نسبت برابری زمین (۱/۵۲) در تیمار وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از کاشت و در نسبت کشت ۲۵/۱۰۰ (نخود/ بالنگو) مشاهده شد. اگرچه عملکرد نسبی بالنگو در این نسبت کشت در کمترین میزان خود برابر با ۰/۴۸ بود، اما به دلیل بالابودن عملکرد نسبی نخود، شاخص نسبت برابری زمین در مقایسه با دیگر نسبت‌های کشت، میزان بالاتری را به خود اختصاص داد. در تیمار وجین علف‌های‌هرز ۵۰روز پس از کاشت هم بالاترین میزان عملکرد نسبی نخود در همین نسبت کشت مشاهده شد و به نظر نخود در این نسبت کشت اثرات مثبتی از بالنگو پذیرفته باشد (جدول ۵). در سایر مطالعات نیز به اثرات مثبت کشت مخلوط بر عملکرد گیاهان زراعی اشاره شده است (Song *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2010; Dai *et al.*, 2012). به‌طور کلی در تیمار وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از کاشت، شاخص نسبت برابری زمین در تمامی نسبت‌های کشت در مقایسه با تیمار وجین علف‌های‌هرز ۵۰روز پس از کاشت بیشتر بود و در سه نسبت کشت ۲۵/۱۰۰، ۵۰/۱۰۰ و ۷۵/۱۰۰ (نخود/ بالنگو) بالاتر از یک بود. با وجود این، Alikamar *et al.*, (2006) نشان دادند که نسبت برابری زمین در کلیه تیمارهای کشت مخلوط زیره سبز و نخود بالاتر از یک بود که در این بین نسبت ۲۵/۷۵ (زیره‌سبز/ نخود) به ترتیب با تراکم ۹۰بوته در مترمربع زیره‌سبز و ۱۵بوته در مترمربع نخود دارای بیشترین مقدار بود.

در تیمار وجین علف‌های‌هرز ۵۰روز پس از کاشت در تمامی نسبت‌های کشت به‌جُز نسبت کشت ۱۰۰/۷۵ (بالنگو/ نخود) که شاخص نسبت برابری زمین برابر ۱/۰۳ بود، این شاخص کمتر از یک بود که نشان‌دهنده برتری این نسبت کشت نسبت به کشت خالص بالنگو و نخود می‌باشد. در زمان وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از کاشت در تمامی نسبت‌های کشت، این شاخص بیشتر از یک بود، غیر از نسبت کشت ۱۰۰/۱۰۰ که می‌توان به خاطر تراکم بالای بالنگو و نخود در واحد سطح و اشغال فضای بیشتر و تداخل دو گونه با یکدیگر مربوط دانست. در بین این نسبت‌ها نسبت کشت ۱۰۰/۲۵ دارای بیشترین مقدار شاخص نسبت برابری زمین (۱/۵۳) بود که نشان می‌دهد این نسبت کشت می‌تواند از نظر اقتصادی مفید باشد. با توجه به نتایج حاصل در مجموع می‌توان نسبت کشت ۱۰۰/۲۵ را در هر دو زمان وجین نسبت به سایر نسبت‌های کشت اقتصادی‌تر و قابل‌توصیه دانست.

جدول ۵- نسبت برابری زمین در کشت مخلوط نخود و بالنگو

Table 5. Land equivalent ratio in chickpea and balangu mixcropping

تاریخ وجین (روز پس از کاشت) Weeding time (day after planting)	نسبت کشت (بالنگو/ نخود) Plant ratio (chickpea /balangu)	عملکرد نسبی (Relative yield)		نسبت برابری زمین LER (Land equivalent ratio)
		نخود (Chickpea)	بالنگو (Balangu)	
50	0:100	0	1	1
	100:100	0.13	0.46	0.59
	100:75	0.23	0.80	1.03
	100:50	0.35	0.38	0.73
	100:25	0.41	0.24	0.65
	100:0	1	0	1
70	0:100	0	1	1
	100:100	0.20	0.79	0.99
	100:75	0.25	0.93	1.18
	100:50	0.20	0.91	1.11
	100:25	1.04	0.48	1.52
	100:0	1	0	1

در سایر مطالعات نیز به اثرات مفید کشت مخلوط بر افزایش نسبت برابری زمین اشاره شده است (Rahimian *et al.*, 1992; Putnam & Allan, 1992; Koocheki *et al.*, 1995). در مطالعه‌ای در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و نخود شاخص نسبت برابری زمین در همه نسبت‌ها بیشتر از یک بود (Seyedi *et al.*, 2012). همچنین Hasan zadeh avval *et al*, (2010) در ارزیابی نسبت برابری زمین در کشت مخلوط مرزه (*Satureja hortensis* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) گزارش کردند که کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن‌ها برتری داشت. بر اساس نتایج مطالعه مذکور، زیره‌سبز در کشت مخلوط با نخود اثرات مثبتی پذیرفته و این مهم ضمن افزایش رشد و عملکرد آن، برتری شاخص نسبت برابری زمین در کشت مخلوط را نیز به‌دنبال داشته است (Alikamar *et al*., 2006). در کشت مخلوط ردیفی نخود و کنجد نیز مشاهده شد که کشت مخلوط نسبت به کشت خالص هر یک از اجزای آن برتر و بهره‌وری زمین در آن بیشتر بود (Puramir *et al*., 2010). در کشت مخلوط شنبلیله و زنیان نیز مشاهده شد که شاخص نسبت برابری زمین در تمام نسبت‌های کشت، بزرگ‌تر از یک شد (Mardani & Balouchi, 2013). Bigonah *et al*, (2015) نشان دادند که برتری عملکرد و بهره‌وری در کشت مخلوط ممکن است بر اثر مجموعه‌ای از اثرات عوامل مختلف مانند بهره‌وری بهتر از رطوبت خاک، نور و عناصر غذایی و کنترل مؤثرتر علف‌های‌هرز باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مذکور در شرایط مشهد به نظر می‌رسد نسبت کشت ۱۰۰/۲۵ (بالنگو/ نخود) (تراکم ۱۰بوته در مترمربع بالنگو همراه با ۴۰بوته در مترمربع نخود)، می‌تواند در این کشت مخلوط، مفید و اقتصادی واقع شود، به‌طوری‌که از بررسی نتایج شاخص نسبت برابری زمین (LER) بیشترین مقدار این شاخص (۱/۵۲) در این نسبت کشت مشاهده شد. با این حال، کاشت بالنگو با تراکم‌های۱۰، ۲۰ و ۳۰ بوته در مترمربع همراه با ۴۰بوته در مترمربع نخود در وجین علف‌های‌هرز ۷۰روز پس از کاشت باعث شد که نسبت برابری زمین بیشتر از یک شود. به نظر می‌رسد بالنگو با نخود رقابت شدیدی داشته است که احتمالاً به دلیل نوع آرایش کاشت این مخلوط بوده است، به‌همین‌خاطر کاهش جمعیت بالنگو در کشت مخلوط با نخود از طریق کاهش تداخل آن با نخود منجر به افزایش عملکرد و بهره‌وری نخود شده است.

منابع

1. Alikamar, R., Hejazi, A., Akbari, Gh.A., Kafi, M., and Zand, E. 2006. Study on different densities of cumin (*Cuminum cyminum*) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) intercropping with emphasis on weed control. Iranian Journal of field Crops Research 4(1): 83-94. (In Persian with English Summary).
2. Al-Thahabi, S.A., Yasin, J.Z., Abu-Irmaileh, B.E., Haddad, N.I., and Saxena, M.C. 1994. Effect of weed removal on productivity of chickpea and lentil (*Lens culinaris* Med.) in a Mediterranean environment. Journal of Agronomy and Crop Science 172(5): 333-341.

3. Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2008. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 553-541. (In Persian with English Summary).
4. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat (*Triticum aestivum* L.) and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24(4): 325-32.
5. Bigonah, R., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2015. Effect of intercropping on biological yield, nitrogen percentage and morphological traits of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.*)* and coriander (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 12(3): 1-16. (In Persian).
6. Dai, C.C., Chen, Y., Wang, X.X., and Li, P.D. 2012. Effects of intercropping of peanut (*Arachis hypogaea* L.) with the medicinal plant *Atractylodes lancea* on soil microecology and peanut yield in subtropical China. Journal of Agroforestry Systems 87(2): 417-426.
7. Ehteshami, M.R., Chaichi, M.R., Galeshi, S., and Khalesroo, S. 2006. The effect of weeding time on yield and yield components in soybean (*Glycine max* L.). Journal of Agriculture Science Nature Resource 32(1): 71-79. (In Persian with English Summary).
8. Frenda, A.S., Ruisi, P., Saia, S., Frangipane, B., Di Miceli, G., Amato, G., and Giambalvo, D. 2013. The critical period of weed control in faba bean (*Vicia faba* L.) and chickpea in Mediterranean areas. Journal of Weed Science 61(3): 452-459.
9. Fujii, Y., Parvez, S.S., Parvez, M., Ohmae, Y., and Iida, O. 2003. Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method. Journal of Weed Biology and Management 3(4): 233-241.
10. Ghanbari, A., Ghadiri, H., Ghaffari Moghadam, M., and Safari, M. 2010. Evaluating the effect of corn (*Zea mays* L.) and Squash (*Cocurbita* spp.) intercropping on weed control. Iranian Journal of Field Crops 41(1): 43-55. (In Persian).
11. Giller, K.E. 2001. Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems. Cabi. p. 423.
12. Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.)/Cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. Journal of Field Crops Research 88(2): 227-237.
13. Hasan zadeh avval, F., Koocheki, A., Khazaei, H., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Effect of density on savory (*Satureja hortensis* L.) yield and cultural traits intercroped with persian clover (*Trifolium resupinatum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 8(6): 920-929. (In Persian).
14. Heshmatnia, A., and Armin, M. 2015. Effects of weed interference duration on yield and yield components of chickpea in two different production systems. Journal of Crop Production 9(1): 25-47. (In Persian with English Summary).
15. Information Network of Rahe Dana. 2016. Kalat is Most Important Producers of Balangu in Iran. Available at Webb site http://www.dana.ir/news/737938.html (verified 30 January 2018).
16. Javanshir, A., Dabagh Mohammadi Nasab, A., and Hamidi, A. 2000. Ecology of Intercropping. Jahad Daneshgahi Mashhad press. p. 222 (In Persian).
17. Jeyabal, A., and Kuppuswamy, G. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in Rice-Legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy 15(3): 153-70.
18. Koocheki, A., Hosseini, M., and Hashemi Dezfuli, A. 1995. Sustainable Agriculture (translated). Jahad Daneshgahi of Mashhad Press. p. 118 (In Persian).
19. Koocheki, A., Solouki, H., and Karbor, S. 2016. Study of ecological aspects of sesame (*Sesamum indicum* L.) and bung bean (*Vigna radiata* L.) intercropping in weed control. Iranian Journal of Pulses Research 7(2): 27-44. (In Persian with English Summary).
20. Kumar, B.R.M., Mansur, C.P., Salimath, P.M., Alagundagi, S.C., and Sarawad, I.M. 2009. Influence of different row proportions on yield components and yield of rabi crops under different intercropping systems. Karnataka Journal of Agricultural Sciences 22(5): 1087-1089.
21. Maffei, M., and Mucciarelli, M. 2003. Essential oil yield in peppermint (*Mentha piperita*)/soybean strip intercropping. Journal Field Crops Research 84(3): 229-40.
22. Mahfouz, H., and Migawer, E.A. 2004. Effect of intercropping, weed control treatment and their interaction on yield and its attributes of chickpea and canola (*Brassica napus* L.). Egyptian Journal of Basic and Applied Science 19(4): 84-101.
23. Malvi, G.C., Saraf, C.S., and Pandey, S.L. 1988. Effect of intercropping on yield attributes of chickpea and safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under different soil moisture regimes and population densities. Journal of Agronomy and Crop Science 160(4): 224-227.

24. Mardani, F., and Balouchi, H.R. 2013. Effect of intercropping on the yield and some quantitative and qualitative traits of fenugreek (*Trigonella foenum-greacum* L.) and anise (*Pimpinella anisum* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 25(2): 2-16. (In Persian).
25. Maingi, J.M., Shisanya, C.A., Gitonga, N.M., and Hornetz, B. 2001. Nitrogen fixation by common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in pure and mixed stands in semi-arid south-east Kenya. European Journal of Agronomy 14(1): 1-2.
26. Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran University Press. p. 262 (In Persian).
27. Mirhashemi, S.M., Koocheki, A., Parsa M., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Evaluating the benefit of ajowan (*Carum copticum*) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) intercropping in different levels of manure and planting pattern. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 259-269. (In Persian with English Summary).
28. Mohammadi, G., Javanshir, A., Khooie, F.R., Mohammadi, S.A., and Zehtab Salmasi, S. 2005. Critical period of weed interference in chickpea. Journal of Weed Research 45(1): 57-63.
29. Morris, R.A., Villegas A.N., Polthanee, A., and Centeno, H.S. 1990. Water use by monocropped and intercropped cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) grown after Rice (*Oryza sativa* L.). Agronomy Journal 82(4): 664-668.
30. Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghadam, P., and Beheshti, A. 2001. Agroecolgy. Ferdowsi University of Mashhad Press. p. 453 (in Persian).
31. Odhiambo, G.D., and Ariga, E.S. 2001. Effect of intercropping maize (*Zea mays* L.) and beans on Striga incidence and grain yield. In: Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference p. 11-15.
32. Parsa, M., and Bagheri, A., 2008. Pulses. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. p. 524 (In Persian).
33. Pandita, A.K., Shah, M.H., and Bali, A.S. 2000. Effect of row ratio in Cereal-Legume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir conditions. Indian Journal of Agronomy 45(1): 48-53.
34. Puramir, F., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Ghorbani, R. 2010. Evaluation of different plant combanation on chickpea and sesame (*Sesamum indicum*) in additive series intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 8(3): 393-402. (In Persian).
35. Putnam, D.H., and Allan, D.L. 1992. Mechanisms for overyielding in a sunflower (*Helianthus annuus* L.)/mustard (*Sinapis alba* L.) intercrop. Agronomy Journal 84(2): 188-195.
36. Rahimian, H., Salahi Moghadam, M., and Galavi, M., 1992. Intercropping of potato (*Solanum tuberosum* L.) with corn and sunflower. Agriculture Science and Technology Journal 9(1): 48-58. (In Persian).
37. Rodrigo, V.H.L., Stirling, C.M., Teklehaimanot, Z., and Nugawela, A. 1997. The effect of planting density on growth and development of component crops in rubber/banana intercropping systems. Journal of Field Crops Research 52(1): 95-108.
38. Roohi Nogh, A., Koocheki, A., Ghorbani, R., Rezvani Moghaddam, P., and Bakhshaei, S. 2017. Effect of organic fertilizers and plant density on qualitative charecteristics of Balangu (*Lallemantia royleana* Benth.). Journal of Agroecology 9(2): 314-325. (In Persian with English Summery).
39. Sarparast, R., and Sheikh, F. 2010. Effect of different herbicides on weed control on chickpea. Iranian Journal of Pulses Research 1(1): 33-42. (In Persian with English Summery).
40. Seyedi, M., Hamzei, J., Ahmadvand, G., and Abutalebian, M.A. 2012 The evaluation of weed supression and crop production in Barley (*Hordeum vulgare* L.)-Chickpea intercrops. Journal of Processing of Agricultural and Horticultural Crops 2(3): 102-114. (In Persian with English Summary).
41. Sobkowicz, P. 2006. Competition between triticale (*Triticosecale* Witt.) and field beans (*Vicia faba* var. Minor L.) in additive intercrops. Journal of Plant Soil and Environment 52(2): 47-54.
42. Song, Y.N., Zhang, F.S., Marschner, P., Fan, F.L., Gao, H.M., Bao, X.G., Sun, J.H., and Li, L. 2007. Effect of intercropping on crop yield and chemical and microbiological properties in rhizosphere of wheat (*Triticum aestivum* L.), maize (*Zea mays* L.), and faba bean (*Vicia faba* L.). Journal of Biology and Fertility of Soils 43(5): 565-574.
43. Zargari, A. 1990. Medical Plants. Tehran University Press. p. 923.
44. Zarghani, H., Nezami, A., Khajeh hoseini, M., and Izadi Darbandi, E., 2013, The effect of weeding time on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum*). Irainian Journal of Field Crop Research 10(4): 690-698. (In Persian with English Summary).
45. Zhang, N.N., Sun, Y.M., Li, L., Wang, E.T., Chen, W.X., and Yuan, H.L. 2010. Effects of intercropping and *Rhizobium* inoculation on yield and rhizosphere bacterial community of faba bean (*Vicia faba* L.). Journal of Biology and Fertility of Soils 46(6): 625-639.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 10, No. 2, 2019, p. 90-103 (Research Article)

Evaluating yield and land equivalent ratio in mixcropping of balangu (*Lallemantia royleana* Benth.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) affected by weed competition

Eizadi-Darbandi[1]*, E., Maghsoudi[2], A. & Molaei[2], E.

1. Associate Professor, Department of Agrotechnology & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2. MSc. of Weed Science, Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, (arashwenger@yahoo.com; e.molaie8993@gmail.com, respectively)

Received: 21 October 2017
Accepted: 14 February 2018

DOI: 10.22067/ijpr.v10i2.67946

Introduction

Intercropping is considered to be important for a lot of reasons like optimizing water and soil resource uses, increasing water use efficiency, increasing pest, diseases and weed control efficiency, decrease pesticide application, increasing total production and land equivalent ratio and sustainability in agroecosystems. Production of medicinal plants requires sustainable and healthy methods like intercropping for increasing quantity and quality of medicinal plants and intercropping is one of the methods has special attention for this approach. Intercropping would be more successful when one of the intercropping components is legume, because of their nitrogen fixation ability and compatability to different planting patterns in mixcropping systems. Chickpea and balangu planting date is close together, with these abilities of legumes and planting dates it seems that their intercropping is an ideal purpose for medicinal production. It is possible that chickpea nitrogen fixation is useful for balangu growth and allelopathic effects of balangu with planting patterns with increasing canopy covering on the ground and shading on weed seedling would be helpful to improve quality and quantity in this intercropping. The objective of this study was to evaluate the chickpea and balangu intercropping possibility, land equivalent ratio and effect of weed control in this intercropping pattern.

Matherials & Methods

The experiment was arranged as a factorial based on randomized complete blocks design with three replications and performed at research farm of faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2015-16 growing season. Treatments considered six planting (Chickpea/Balangu) ratio: (100/0, 100/25, 100/50, 100/75, 100/100, 0/100) and two weeding time (50 and 70 days after planting). Chickpea and balangu were planted at the same time (March 11th) in the way that Balangu is planted on the top of the rows with high density and chickpea is planted on the sideways of rows in recommended density (40 plant/m^{-2}). When Balangu is emerged, they were thinned to its recommended density (40 plantm^{-2}). Because of good precipitation during the growing season, one time irrigation was applied at the beginning of chickpea poding and balangu seed ripening. To determine the effect of treatments, chickpea and balangu biomass and seed yield were determined at the end of the season. To compare the performance of intercropping, land equivalent ratio (LER) was used, according to below equation:

$$\text{LER}=(\text{RYa}+\text{RYb})=\left\{\left(\frac{Yab}{Yaa}\right)+\left(\frac{Yba}{Ybb}\right)\right\}$$

RYa: relative intercropped yield out of monocropped plant a yield Ryb: relative intercropped yield out of monocropped plant b. Yab: yield of plant a intercropped with plant b, Yba: yield of plant b intercropped with plant a, Yaa: yield of plant a monocropped, Ybb: yield of plant b monocropped. The data statistical analysis and draw the figures were performed by Mini Tab Ver 17 and Excel 2013. Means were also compared by Fisher test at 5% probability level.

*** Corresponding Author:** e-izadi@um.ac.ir

Results & Discussion

Results indicated that chickpea biomass and seed yield decreased as 24 and 55 percent respectively in 70 days after planting weeding time. However, biomass and seed yield were increased 5.7 and 20.4 percent respectively in balangu. By increasing balangu density, balangu seed yield increased but chickpea seed yield decreased significantly. The highest seed yield and biomass in both crops is observed in their monocropping and 50 days after planting weeding time. When weeds were left longer (70 days after planting) to compete with the crops, yield was decreased. Results showed that land equivalent ratio (LER) in 100/25 (chickpea/ balangu) plant ratio were the highest (1.52) and is useful and economic in chickpea and balangu intercropping.

Conclusion

Based on the results, by increasing the balangu density, biomass and seed yield of chickpea was significantly decreased even at the lowest balangu density. However increasing balangu density, increased balangu yield. It seems balangu is competing with chickpea strongly. However balangu planting at 10, 20 and 30 plant m^{-2} density with 40 plant m^{-2} chickpea increased land equivalent ratio by more than 1, especially in the lowest balangu density (10 plant m^{-2}) when weeding were did at the 70 days after planting. Generally intercropping of balangu and chickpea in Mashhad and the same climate condition recommended in 100/25 (chickpea/ balangu) plant ratio (40 chickpea plant m^{-2} + 10 balangu plant m^{-2}) and it would be useful and economic.

Keywords: Additive series, Plant ratio, Supplementary crops, Weeding date